

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



AUSLEGESCHRIFT 1049 014

D 26370 VIIIc/21g

1049014 NUCLEAR REACTOR, esp. of cylindrical or spherical shape, having in a central bore a control mechanism comprising overlapping relatively movable absorber or moderator elements.

ANMELDETAG: 4. SEPTEMBER 1957

BEKANNTMACHUNG
DER ANMELDUNG
UND AUSGABE DER
AUSLEGESCHRIFT

22. JANUAR 1959

1

Die Erfindung betrifft einen Reaktor, insbesondere von zylindrischer oder kugelförmiger Gestalt, mit einer zentralen Bohrung, die den Regelmechanismus enthält, und sie besteht darin, daß der Regelmechanismus sich überdeckende, gegeneinander bewegbare Absorber- oder Moderatorelemente aufweist, mit denen die Reaktivität des Reaktors entweder durch Änderung der Absorption oder der Moderierung oder der Leckverluste einstellbar ist. Dabei sind in weiterer Ausgestaltung der Erfindung die Absorber- oder Moderatorflächen als rohr- oder plattenförmige Körper ausgebildet, die zweckmäßigerweise coaxial zueinander angeordnet sind. Die Regelung erfolgt besonders in der Weise, daß die Körper gegeneinander verdreht oder verschoben werden. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die hohlzylinderförmigen Körper aus Absorbermaterial herzustellen und innerhalb dieser Rohre einen Moderatorstab auf und ab zu bewegen, wobei der Moderatorstab ebenfalls hohlzylinderförmig sein kann.

Während des Gleichgewichts-Betriebszustandes von Kernreaktoren bleibt die Zahl der vorhandenen Neutronen zeitlich konstant. Während des Anfahrens und Abschaltens und auch während längerer Betriebszeiten eines Reaktors treten jedoch Umstände auf, die den Neutronenhaushalt so beeinflussen, daß die Neutronenzahl zu- oder abnimmt. Für diese Zwecke ist eine äußere Regelung erforderlich. Diese geht im allgemeinen so vor sich, daß je nach der beabsichtigten Wirkung die Reaktivität verändert wird. Die Mittel zur Veränderung der Reaktivität bestehen beispielsweise darin, daß die Leckverlust- oder die Neutronenabsorptionsrate geändert wird.

Es ist bekannt, die Reaktivität mit Absorberstäben zu regulieren, die mehr oder weniger weit in den Reaktor ein- oder ausgefahren werden. Da durch einen Stab eine Regelung im allgemeinen nicht erfolgen kann, werden üblicherweise eine größere Anzahl Absorberstäbe in dafür vorgesehene Bohrungen im Reaktor eingeführt. Eine solche Anordnung weist den Nachteil auf, daß an allen den Stellen, an welchen sich Absorberstäbe befinden, das Neutronenflußbild gestört und die Wärmeentwicklung im Reaktor im allgemeinen ungünstig beeinflusst wird. Dieser Nachteil tritt besonders dort stark in Erscheinung, wo, wie beispielsweise bei kreiszylinderförmigen Reaktoren, das Kühlmittel parallel zur Zylinderachse strömt. Dabei werden die Absorberstäbe von einer Seite her ebenfalls parallel zur Zylinderachse in den Reaktor eingeführt. Dadurch wird die axiale Neutronenflußverteilung, die wesentlich für die Wärmeabfuhr ist, an der einen Reaktorseite empfindlich gestört.

Es ist weiterhin bekannt, in einem Reaktor eine zentrale Bohrung vorzusehen, in welcher ein Sicher-

Reaktor und Vorrichtung zu seiner Regelung

Anmelder:

Deutsche Babcock & Wilcox-
Dampfkessel-Werke Aktien-Gesellschaft,
Oberhausen (Rhld.), Duisburger Str. 375

Dr.-Ing. Hartwig Benzler, Oberhausen (Rhld.),
Dipl.-Ing. Franz-Josef Quirrenbach, Duisburg-Hamborn,
und Roland Kühnel, Frankfurt/M.-Schwanheim,
sind als Erfinder genannt worden

2

heitsstab ein- und ausgefahren werden kann. Zum Zwecke der physikalischen Untersuchung verschiedener Kontrollstäbe wurde weiterhin ein Reaktor mit einer zentralen Bohrung versehen, um die Wirkung eines ein- und ausgefahrenen Kontrollstabes besser überblicken zu können. Außerdem wurden auch betriebsmäßige Reaktoren mit einer den Regelmechanismus enthaltenden zentralen Bohrung bereits druckschriftlich vorgeschlagen.

Um eine gleichmäßige Wärmeentwicklung im Reaktor zu erreichen und das Neutronenflußbild möglichst wenig zu stören, wird beim Gegenstand der Erfindung der Reaktor zweckmäßig nur mit einer einzigen zentralen axialen Bohrung ausgeführt, die im übrigen so groß ist, daß die in die Bohrung eintretenden Neutronen so zahlreich sind, daß ihr Reaktivitätsäquivalent dem maximal erforderlichen Betrag entspricht. Auf diese Weise besitzt der erfindungsgemäß gebaute Reaktor ringförmige Gestalt und weist nicht nur Leckverluste nach dem äußeren Umfang zu, sondern auch nach dem inneren Bohrloch zu auf. Nach der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden dabei die nach innen abströmenden Neutronen entweder durch geeignete Vorrichtungen absorbiert, moderiert oder aus der Bohrung nach außen abgeleitet. Die Reaktorreaktivität kann nach der Erfindung durch Änderung der Absorption, der Moderation oder der Leckverluste in der zentralen Reaktorbohrung geregelt werden. Dadurch ergibt sich der bedeutende Vorteil, daß während verschiedener Regelungsphasen der Flußverlauf im Reaktor nur wenig verändert wird und daß diese Veränderung

nicht in axialer, sondern in radialer Richtung auftritt. Eine solche Maßnahme gestaltet das Verhältnis von mittlerem Fluß zu maximalem Fluß günstiger als bei den bisher üblichen Reaktoren, so daß die Wärmeabfuhr bei einem erfindungsgemäßen Reaktor vorteilhafter als bei den bisher üblichen ist.

Wenn in die zentrale Reaktorbohrung nach einem Ausführungsbeispiel zwei oder mehr hohlzylindrische Körper koaxial eingebaut werden, die sich gegeneinander verdrehen oder verschieben lassen, kann je nach Stellung der einzelnen Körper ein Teil der Absorberflächen mehr oder weniger abgedeckt werden. Auf diese Weise kann durch kleine Dreh- oder Verschiebewegungen eine merkbare Reaktivitätsänderung im Reaktor erzielt werden, ohne den Neutronenflußverlauf im Reaktor merklich zu stören.

Die Zeichnung stellt den Gegenstand der Erfindung beispielsweise und vereinfacht dar; es zeigt

Abb. 1 einen Längsschnitt durch einen Reaktor in Zylinderachse,

Abb. 2 einen Reaktor nach Abb. 1 mit sich überdeckenden, in zwei Hohlzylindern angeordneten Absorberflächen,

Abb. 3 einen Reaktor nach Abb. 2 mit gegeneinander in Achsrichtung verschobenen Absorberflächen,

Abb. 4 einen Reaktor nach Abb. 2 mit Moderatorstab und

Abb. 5 einen Reaktor mit schwarzem und grauem Absorber.

Der in Abb. 1 gezeigte zylinderförmige Reaktor 1 weist in seiner Mitte eine zentrale Bohrung 2 auf, die einen Durchmesser von etwa einem Drittel bis einem Zehntel des Durchmessers des Reaktors besitzt. Bei einem solchen Reaktor treten die Leckverluste nicht nur in Richtung der Pfeile 3 nach außen, sondern auch in Richtung der Pfeile 4 nach dem Inneren zu auf.

Die nach dem Inneren abströmenden Neutronen werden nach der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch geeignete Einrichtungen absorbiert, oder ihre Geschwindigkeit wird reduziert, oder die Neutronen werden aus der Bohrung nach außen abgeleitet.

Zu diesem Zweck werden, wie es in Abb. 2 gezeigt ist, in die zentrale Reaktorbohrung 2 zwei Absorberrohre 5 und 6 eingebaut, die zylindrische Gestalt aufweisen und sich ineinander verschieben lassen. Die beiden Absorberrohre 5 und 6 besitzen Ausschnitte 7 und 8, die sich beim Verschieben schachbrettartig überdecken. Je nach Stellung der Rohre 5 und 6 wird ein Teil der Absorberflächen mehr oder weniger abgedeckt, wie es aus Abb. 3 ersichtlich ist. Dadurch wird der Durchtritt der Neutronen bzw. ihr Abströmen nach außen mehr oder weniger gehindert. Es ist erfindungsgemäß auch möglich, ein Abdecken der einzelnen Absorberflächen durch ein Verdrehen zu erreichen. Ebenso liegt es im Rahmen der Erfindung, eine solche Einrichtung bei mehreren Absorberbohrungen im Reaktor vorzusehen. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, als Absorbermaterial Thorium oder Uran 238 zu verwenden, so daß durch die eingefangenen Neutronen in diesen Stoffen neues Spaltmaterial erzeugt werden kann. An Stelle von zylindrischen Flächen können auch plattenartige oder andere Flächen verwendet werden.

Durch das Ein- und Ausfahren eines Moderatorstabes 9, wie es in Abb. 4 dargestellt ist, kann eine besonders große Wirkung auf die Reaktivität des Reaktors erreicht werden. Entsprechend der eingefahrenen Tiefe des Moderatorstabes werden unter-

schiedlich viel schnelle Neutronen thermisch werden können dann von den Absorberflächen eingefangen werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, daß Regelung benutzte Moderator material homogen oder heterogen mit Absorber-, speziell Brut- oder Spaltmaterial zu durchsetzen.

Da bei vielen, insbesondere aber bei angereicherten Reaktoren die Leckverluste hauptsächlich aus überthermischen Neutronen bestehen, ist es möglich, mit einer Vorrichtung, wie sie in Abb. 4 gezeigt ist, den Reaktor in weiten Grenzen zu regeln. Ist der Moderatorstab 9 ganz ausgefahren, so werden in den Absorberrohren 5 und 6 wenig Neutronen absorbiert, während, wenn der Moderatorstab 9 vollkommen eingefahren ist, die Neutronenabsorption im Absorberrohr sehr stark sein wird. Da durch das Einfahren des Moderatorstabes 9 eine große Reaktivität im Reaktor 1 vernichtet werden kann, kann der Moderatorstab 9 als Sicherheitselement gegen ein Durchgehen des Reaktors benutzt werden.

Die in Abb. 5 gezeigte Vorrichtung besteht aus einem Reaktor 1, in dessen Bohrung 2 ein sogenannter »schwarzer« Absorber 10, der z. B. Bor oder Hafnium enthält, eingefahren werden kann. Ein solcher Absorber fängt sämtliche hindurchtretenden Neutronen auf und wird im Gefahrenfall schnell eingefahren, so daß er ebenfalls als Sicherheitsstab dient. Innerhalb dieses schwarzen Absorbers 10 befindet sich ein »grauer« Absorber 11, der nur einen Teil der hindurchtretenden Neutronen absorbiert. Dieser kann erfindungsgemäß ebenfalls auf zwei Rohre mit Durchlaßöffnungen aufgeteilt werden, wie es für den Absorber in Abb. 2 und 3 dargestellt ist. Während der schwarze Absorber 10 als Sicherheitsstab zu betrachten ist und mit den grauen Absorbern 11, 12 eine Regelung vorgenommen werden kann, dienen die beiden Absorberflächen 13 und 14, die in ähnlicher Weise wie die Absorberstäbe 5 und 6 der Abb. 2 und 3 wirken, zur Feinregelung. Dabei können die grauen Absorber 11 und 12 verschiebbar und die Absorber zur Feinregelung verdrehbar angeordnet werden.

Es ist natürlich auch möglich, mehrere derartige Vorrichtungen in einem Reaktor anzubringen.

Auch können sowohl die Absorber- als auch Moderatorkörper mit einer Schutzhülle versehen sein, um eine mechanische Beschädigung oder das Austreten von radioaktiven Stoffen zu verhindern.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Reaktor, insbesondere von zylindrischer oder kugelförmiger Gestalt, mit einer zentralen Bohrung, die den Regelmechanismus enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelmechanismus sich überdeckende, gegeneinander bewegbare Absorber- oder Moderatorelemente aufweist, mittels deren die Reaktivität des Reaktors durch Änderung der Absorption, der Moderierung oder der Leckverluste einstellbar ist.

2. Vorrichtung zur Regelung eines Reaktors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorber- oder Moderatorelemente als rohr- oder plattenförmige Körper ausgebildet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Körper koaxial zueinander angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Körper gegeneinander verdrehen oder verschieben lassen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Kör-

per so angeordnet sind, daß je nach ihrer Stellung ein Teil der Absorberflächen mehr oder weniger abgedeckt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die rohrförmigen Körper aus Absorbermaterial bestehen und daß innerhalb der rohrförmigen Körper ein Moderatorstab auf und ab beweglich angeordnet ist.

7. Vorrichtung zur Regelung eines Reaktors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Absorbermaterial brütbare Stoffe, wie beispielsweise Thorium, Verwendung finden.

8. Vorrichtung zur Regelung eines Reaktors nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß in der Bohrung des Reaktors zunächst ein schwarzer Absorber, z. B. aus Bor oder Hafnium in rohrförmiger Gestalt, sodann in diesem ein oder mehrere graue Absorber, beispielsweise aus Thoriumverbindungen in Rohrform, und innerhalb derselben zwei oder mehr gegeneinander verschiebbare oder/und verdrehbare, der Feinregulierung dienende Absorberflächen angeordnet sind.

9. Vorrichtung zur Regelung eines Reaktors nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Feinregulierung durch Verdrehen eines von zwei ineinander angeordneten Absorberkörpern, die beispielsweise hohlzylinderförmige Gestalt aufweisen, erfolgt.

10. Vorrichtung zur Regelung eines Reaktors nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß das Moderatormaterial in bekannter Weise homogen oder heterogen mit Absorber-, gegebenenfalls Brüt- oder Spaltmaterial durchsetzt ist.

11. Vorrichtung zur Regelung eines Reaktors nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Körper der Absorber und Moderatoren mit Schutzhüllen umgeben sind.

In Betracht gezogene Druckschriften:

USA.-Patentschrift Nr. 2 741 592;

»Nucleonics«, Bd. 13, 1955, H. 2, S. 18, 19;

Schultz: »Control of Nuclear Reactors and Power Plants«, 1955, S. 99 bis 105.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

376/332

can move
50% longitudinally
or rotating
absorber
can be
fitted
mutually

Abb. 1

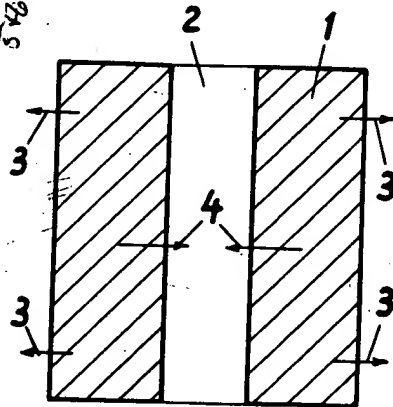


Abb. 2

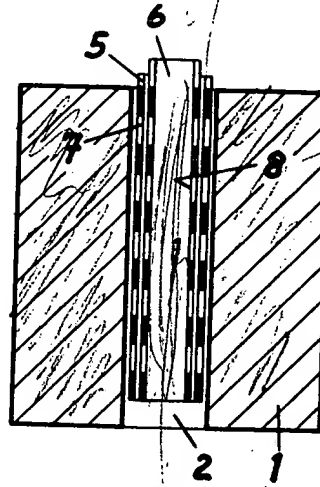


Abb. 3

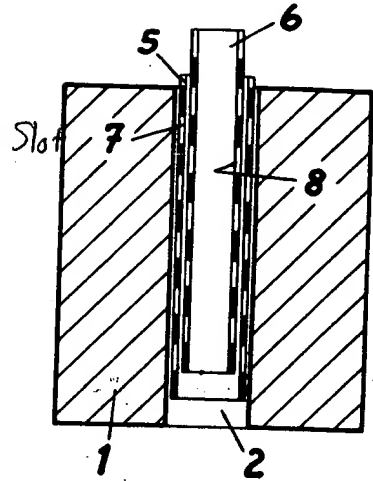


Abb. 4

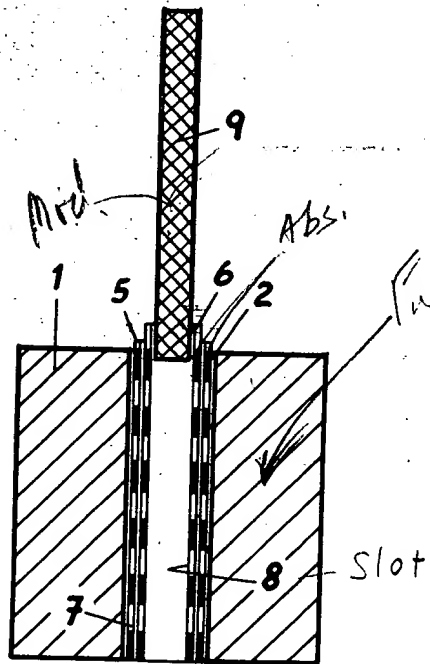


Abb. 5

